

放射性物質の食品健康影響評価に関する ワーキンググループ（第3回）議事録

1. 日時 平成23年5月12日（木） 16：00～18：08
2. 場所 食品安全委員会中会議室
3. 議事
 - (1) 放射性物質の食品健康影響評価について
 - (2) その他
4. 出席者
 - (専門委員)
川村専門委員、佐藤専門委員、手島専門委員、遠山専門委員、花岡専門委員
山添専門委員、吉田専門委員、吉永専門委員
 - (食品安全委員会委員)
小泉委員長、熊谷委員、長尾委員、野村委員、畑江委員、廣瀬委員、村田委員
 - (専門参考人)
佐々木専門参考人、祖父尼専門参考人、寺尾専門参考人、祖父江専門参考人
滝澤専門参考人
 - (事務局)
栗本事務局長、中島事務局次長、西村総務課長、坂本評価課長、前田評価調整官
右京評価専門官、本郷情報・緊急時対応課長、原嶋勧告広報課長
新本リスクコミュニケーション官
5. 配布資料
 - 資料1 放射性物質の食品健康影響評価の基本的考え方（案）
 - 資料2 ウランの知見とりまとめ（案）
 - 資料3 プルトニウム知見とりまとめ（案）
 - 資料4 アメリシウム知見とりまとめ（案）
 - 資料5 U、Pu、Am及びCmの比放射能及び換算係数について
 - 資料6 国際機関等における水質基準値、ガイドライン値（ウラン、プルトニウム、アメリシウム、キュリウム）
 - 資料7 ICRP勧告publication96
 - 参考1 放射性物質の評価とりまとめの骨子

参考2 放射性物質に関する緊急とりまとめ

6. 議事内容

●山添座長 それでは、定刻になりましたので、ただいまから第3回放射性物質の食品健康影響評価に関するワーキングを開催いたします。

本日は御多忙中にもかかわらず御出席いただき、ありがとうございます。

本日は8名の専門委員、5名の専門参考人の先生方にお集まりをいただいております。

本日、新たにお越しいただいた専門委員の先生方をお一人ずつ御紹介させていただきます。

まず、川村専門委員でいらっしゃいます。

●川村専門委員 よろしくお願ひ申し上げます。

佐藤専門委員でいらっしゃいます。

●佐藤専門委員 よろしくお願ひいたします。

●山添座長 また、佐々木専門委員は少し遅れておいでになるという連絡が入っております。なお、圓藤専門委員、津金専門委員、林専門委員、村田専門委員、鰐淵専門委員におかれましては、御都合により欠席と伺っております。また、食品安全委員会からは小泉委員長をはじめ、多くの委員の先生方に御出席をいただいております。

それでは、まず、事務局のほうから資料の配布の確認をお願いできますでしょうか。

●前田評価調整官 それでは、本日、席上に配布してございます資料の確認をお願いいたします。

議事次第、座席表、本ワーキンググループの名簿、
資料1としまして「放射性物質の食品健康影響評価の基本的考え方（案）」、
資料2としまして「ウランの知見とりまとめ（案）」、
資料3としまして「プルトニウム知見とりまとめ（案）」、
資料4としまして「アメリカシウム知見とりまとめ（案）」、
資料5といたしまして「U、Pu、Am及びCmの比放射能及び換算係数について」、
資料6といたしまして「国際機関等における水質基準値、ガイドライン値（ウラン、プルトニウム、アメリカシウム、キュリウム）」、
そして資料7といたしまして「ICRP勧告 publication96」、
参考1といたしまして「放射性物質の評価とりまとめの骨子」、
参考2としまして「放射性物質に関する緊急とりまとめ」の以上でございます。

資料の過不足等がございましたら、随時、事務局までお申し出いただければと思います。なお、傍聴の方に申し上げますが、専門委員、専門参考人のお手元にあるものにつきましては、著作権の関係と大部になりますこと等から、傍聴の方にはお配りしていないものがございます。調査審議中に引用されたもので公表のものにつきましては、本ワーキンググループ終了後、事務局で閲覧できるようにいたしてございますので、傍聴者の中で必要と

される方は、この会議終了後に事務局までお申し出いただければと思います。

以上でございます。

●山添座長 どうもありがとうございます。

それでは、本日の議事に移りたいと思います。前回、話がありましたように、本日は α 核種に関する審議を中心に行っていきたいと考えておりますが、その前に前回、議論となりました評価をしていく上での基本的な考え方について、事務局のほうにおいてまとめていただいておりますので、その資料について説明をお願いしますか。

●前田評価調整官 まず、資料 1 ですけれども、前回、座長からお話のあったもの、御発言なども含めまして、「放射性物質の食品健康影響評価の基本的考え方（案）」をまとめさせていただいております。内容といたしましては、3月29日の放射性物質に関する緊急とりまとめで用いました ICRP、WHO が公表している資料に加えまして、米国有害物質・疾病登録機関（ATSDR）の放射性物質に関する報告書に引用されている文献、その他放射性物質に関連する文献等も検討の対象とし、食品健康影響評価を行うというのが 1 点目でございます。

そして、評価対象の核種といたしましては、評価要請がきてございます 4 種類を基本といたしますが、放射性セシウムに関連いたしまして、ストロンチウムも検討するということが 2 点目でございます。

3 点目でございますが、先ほどの参考 1 でお配りしました「放射性物質の評価とりまとめの骨子」を踏まえまして、専門委員が α 核種と β 核種の放射性物質につきまして、分担して食品健康影響評価を行っていただくということでございます。

4 点目といたしまして、食品健康影響評価におきましては、ヒトの健康に及ぼす影響についての評価を行うものであるということでございますので、緊急時か平時であるかによって評価の基準が変わる性格のものではないということに鑑みまして、評価と管理の分離の観点から、管理措置に評価が影響されることがないように留意するという点が 4 点目でございます。

5 点目としまして、食品からの放射性物質の摂取と外部被ばくとの関係につきましては、当面は、外部被ばくは著しく増大しないということを前提といたしまして、放射性物質の食品健康影響評価について検討するという 5 点にまとめさせていただいているところでございます。

以上でございます。

●山添座長 基本的な考え方について、その案について、今、御説明をいただきましたが、このことについて先生方のほうで御意見は特にございますでしょうか。

●遠山専門委員 4 番目の項目で 3 行目の、「また、評価と管理の分離の観点から、管理措置により、評価が影響されることがないように留意する。」これはそのとおりだと僕は思います。ただ、いろいろ参考にしてしている文献、例えば ICRP の文献というのは、評価と管理をある意味で一緒にしている文献ですよね。緊急とりまとめの時には、ICRP を重視

するような話も若干出ていたように思いますが、そういうことは、今の 4 つ目の段落に従って考えれば、やはり評価と管理は分離して、評価という観点から行うというふうに行っていくべきだというふうに思いますし、そういうことを確認したいということです。

●山添座長 今、遠山先生のほうから 4 つ目のところの取り扱いについて賛成であるということで、どうしても放射線の場合、これまで管理基準というので数値だけが先行していたということですが、そうではなくて、できるだけリスクを評価という観点からやってみましょうということですが、先生方のほうで多分、基本的には御異論はないかなと思います。

●遠山専門委員 あと、もう 1 点、ここで言う、「放射性物質の食品健康影響評価について検討する。」というは、ここは食品安全委員会ですから、そのとおりだと思います。ただ、その前のところの文言の「当面は、外部被ばくは著しく増大しないことを前提として」というのは、これを書くところの 4 番目のところの「本来は、緊急時であるか、平時であるかによって、評価の基準などが変わる性格のものではないことに鑑み」という話とちょっと齟齬が出てくるように思うのです。場所によっては外部被ばくがまさに問題になっているところも、今、現実にあるわけで、このワーキンググループでは食品安全評価という観点から、放射線に曝露したときに、僕の理解ではどれだけの線量で健康に影響が生じるのか、生じないかという意味でのいわゆる化学物質でいえば耐容摂取量に相当する、そういう基準を決めるのだということによろしいのですよね。

●山添座長 今、遠山先生のほうから、外部被ばくということの増大しないことを前提というのは、先ほどの管理措置との関係で何か少しぎくしゃくした点があるというお話ですが、いかがでしょうか。多分、ここで書いていただいているのは、現在、起きている現象ということが念頭にあるので、こういう文章になったのだと思いますし、あくまでも、ここでは食物摂取における放射性物質の摂取がどういう影響を与えるのかということ、まず、きちっとした形で評価をするというのが前提だと思いますので、その点については遠山先生も問題はないとおっしゃると思いますので、そういう方針で基本的に進めていきたいと思います。

●佐藤専門委員 ちょっと質問してよろしいですか。ここに外部被ばくと書いてあるから、ちょっとややこしくなるのかもしれないのですけれども、要するに外部被ばくを評価するのかわからないのか、内部被ばくだけでいいのかどうかということ、これを言っているという意味なのですか。ちょっと私はその辺のところは理解できなかった。要するに外部被ばくが増大しないことを前提としてということは書いてあるわけですが、食品そのものを摂取したときの健康影響というのはわかるのですけれども、それはほとんど内部被ばくだという理解で評価しようという、そういう意味合いでとっていいわけですか、これは。

●山添座長 基本的には食物が最も大きな内部被ばくの経路と考えて、その評価をするということになると思います。それで、先ほどの話ではないですけれども、管理的な措置ということになると、全体を見なければいけないのですけれども、それはこの場ではなくて

管理機関がやることに基本的にはなると思うのですね。だから、そのところはあくまでもまず、最初に必要なことは、食品からの摂取の点について健康影響評価をするというのが、第一義ではないかなと思っていますけれども。

遠山先生、どうぞ。

●遠山専門委員 現実的に放射線のリスクを評価するときに、この場で議論をするときに食品由来の内部被ばくだけを論文などから切り離して評価するというのは非常に難しく、ほとんど不可能に近いので、そうではなくて、とりあえずは外部被ばくも含めて、どれだけの線量でどのような影響が出るのか出ないのかということの評価し、それで一つの影響が出ないと思われる最大の線量をとりあえず例えば決めるとか、その後、一定のどの割合が食品由来に相当するか、どの部分は食品以外の外部被ばくやその他によるものなのか、それを切り分ける。その切り分けるところは管理部門が行うという、そういう理解かなと僕は思ったのですが。

●山添座長 現実には我々が得られるデータというのは、内部被ばくと外部被ばくを合わせた値のデータとして得られるものがほとんどですよ。内部被ばくだけのデータとその影響という形で出ているデータはないのだと思うのです。そのところが今回、非常にやりにくいと先生方がおっしゃるとおりだと思います。

ただし、ここでは食物中の放射能といった状況というのは、いろんなシチュエーションでそれが図られると思うのですね。それが食べ物で缶詰の中に入っているとか、輸出されるとか、いろんなシチュエーション、それから、ある程度、外部被ばくがあるような状態での地域で摂取する食物の状況も考えられる。いろんな状況が考えられますので、それを一つにまとめることはなかなか難しいと思うのですね。だから、ここではまず内部被ばくとして食物から摂取するときに、これであれば安全かという量をまず定めることが、全体としての被ばく量の評価する上で必要だという考え方に立ったほうがいいのではないかなと思うのですけれども、遠山先生はいかがですか。

●遠山専門委員 僕は、総体の被ばく線量を出して、それで影響しないレベルをまず決めるということなのかなと思ったのですが、それが先にあって、その後、そこから先はシチュエーションによって変わってきますが、何%が食物由来、何%が大気由来とか、あるいは水由来とか、それを割り振って曝露量がどれぐらいかというのをとる、各媒体からの曝露量は出てくるので。その後、それぞれの媒体における濃度をどうするかというところは、管理部門が決めるべき内容ではないかなと思っています。

●山添座長 前半の部分で曝露されている状態を分析して、大気なり食物なりに分けて、どれぐらいで見積もり、評価を部分的に行うことはできると思うのですが、その中で食物というものの寄与率というのが出てきますけれども、そのものとなかなか健康影響というものを食物からだけで取り出すというのは現実には難しいですよ。ですから、そのところは放射線の量として、環境中での状態も考えながら、どれぐらいの量をとったら全体として健康影響評価が出たというのをまず出して、それが食物としての摂取という値とし

て、どのようにすればいいのかというのを議論するという順序になろうかと思うのですけれども、多分、遠山先生と考え方はそんなに違ってないので、基本的には前提として、なかなか食物摂取だけの健康影響評価が今回はデータとしてはないということは、確かに先生のおっしゃるとおりだと思います。

佐藤先生、その辺りいかがですか。

●佐藤専門委員 何かこの5番目は、そういう意味ではなかなか難しいというか、解釈が難しい感じがしますが、ちょっと私も頭の中がまだ整理されていない。外部被ばくというのは例えば汚染地域のようなことを考えないというのは、そこだけを考えてやるということではないという意味だったらわかるのです。恐らく日本国民全体を対象にした放射性物質の食品健康影響評価だろうと。

そうすると、ポピュレーションベースとして考えるのは、恐らく汚染地域でない人たちのほうがずっと多いわけだから、そこをベースにしてやりましょうという、そういう意味にとれるのだったら、いいような気がするのですけれども、外部被ばくと内部被ばくの区別の話になってしまうと、むしろ、かえってわからなくなってしまうような話になるのかなと思ったので、私が申し上げた考え方なのかなと思ったのですが、もしそうだとすれば、なかなかそれは読めないような文章かなという感じだったのです。特にバックグラウンドで生活している人たちが対象だという、理解かという、そうではない。

●山添座長 両方、現実にはおられるわけですね、現時点で。その中で食物から摂取する限度をどういうふうに定めるのかということだろうと思うのですね、基本的には。その中で状況がそれ以外、変わるのは基本的には外部被ばくについては住んでおられる環境によって、現時点では影響がかなり変わるけれども、食物として摂取する分については、ある限度を守ればほとんど影響はないというレベルが設定できれば一番好ましいわけですよ。

●佐藤専門委員 それはわかります。

●山添座長 ということなので、確かに外部被ばくというのはどちらの状況にもちょっととれる文章ではあるかなという気もいたしますが、つまり、内部からというか、食品からとるものと外部被ばくについて、それぞれ両面を考慮した上で健康影響評価をすると、片一方だけ何も考えないというわけではないのですけれども、基本的に重要なのは食物から摂取することに主眼を置いて、健康影響評価をするというニュアンスなのだと思うのですね。そういうふうに理解をしていただければ。我々がやらなければいけないのは、食物摂取としての食品健康影響評価ですよと、まずは。

●佐藤専門委員 それは十分理解します。

●山添座長 そういうことで、外部被ばくの状況が極端に大きく影響してしまうと、水を含めて、それはまた環境への影響があるので、こういう文章を多少書いてあるのだと思うのですが、現状ではほとんど食物の摂取のことだけについて、まずやりますよということではないかと思うのですが。

●佐藤専門委員 それは十分理解しています。いいです、そういう中身であれば。

●山添座長 そのほか、先生方、御意見はございますか。よろしいですか。

それでは、基本的にはこの考え方に従って審議をしていきたいと思いをします。

それでは、実際、きょうの主題であります α 核種の個別の議論に入っていきたいと思いをします。事務局において関連する知見をまとめて、連休中に委員全員の方々にお送りしていると思いをします。ここでは α 核種のとりまとめ役をお願いいたしました佐藤先生のほうから、適宜、御意見をいただきながら議論を進めていこうと思っております。

それでは、まず、ウランから審議を行いたいと思いをしますので、資料の説明をお願いできますでしょうか。

●坂本評価課長 それでは、資料を説明させていただきます。ウランに関しましては、資料 2 がございますが、そのほかの資料として、資料 3 と 4 は別の核種でございますが、資料 5、6、7 もありますので、先に資料 5、6、7 を順に説明させていただければと思いをします。

まず、資料 5 の 1 枚紙をお願いいたします。比放射能及び換算係数についてという資料でございますが、 α 核種につきまして、各核種毎に重量当たりの比放射能、それから、それをベクレルからシーベルトに換算する係数について、既存の文献から情報を整理したものでございます。

ウランには腎毒性があるというような情報があるわけでございますが、ウラン 238 が確かウランで最も多い核種になるのですが、こちらの比放射能が 3.4×10^{-7} で、その下のプルトニウム等と比較しますと、グラム当たりの比放射能は比較的低いものであるということ、要は毒性と放射性の影響との両方を検討しなければいけないかというようなことがあるということ。ウランにつきましても、核種によってはこの係数が違ってまいりますので、その辺は、今後のモニタリングのデータ等も見た上で、どういうふうを考えるかというところもあるのですが、重量単位のいろいろな実験もありますものですので、一度、こういうものを整理してみたというのが資料 5 でございます。

換算係数の注 2 にございますように、ウランやプルトニウムにつきましては、不溶性の酸化物とか硝酸塩等について、それぞれ換算係数が示されているため、範囲で示したということで、正確に計算しようとするときには、各化合物毎に計算する必要もあるということでございますが、そこまですると 1 枚の紙におさめるのは大変でしたので、今回はその範囲で出しているということでございます。

その次に資料 6 をお願いいたします。こちらは先ほど御指摘がありました、放射線につきましては、評価と管理とが一緒になったような資料が多うございまして、こちら管理側の方の資料になるのですが、国際機関等における水質の基準やガイドラインでウランとか α 核種について、どういうふうになっているかということをも 1 枚紙で整理をしてみたということでもあります。

リスク評価というよりは管理の話ではございますが、1. としては WHO の飲料水のガイドラインについてですが、1. の注 2) を見ていただきますとおわかりのように、飲

料水中のウランの暫定ガイドライン値というものが、この表とは別に WHO で定めておりまして、暫定という意味は、利用可能な健康影響情報が限られているということで暫定ということのようでございますが、そちらでは腎臓に対する化学的な毒性に基づいて 15 $\mu\text{g/L}$ という値が決まっているということでもあります。ただし、これについては、いろいろこの値に関してのコメントもついた形での暫定ガイドライン値ということになっているということでございます。

2. といたしました米国の環境保護庁 (EPA) の水質基準でも、ウランにつきましては 30 $\mu\text{g/L}$ というところで、放射線の単位ではなくて、重量を使った単位で設定しているということ、そのほか、総アルファ線といたしましてはラドンとウラニウムは除くということで、15 pCi/L という、そういう値が示されているというものがあったということで、これまでの海外の状況についても、こういうふうに重量で示されているもの、放射線の値で示されているもの、双方があったという状況でございます。

資料 7 は ICRP の 96 の和訳を入手したので、資料としてお配りをさせていただいているものでございます。放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護という表題のものでございます。リスク評価に関係しそうなところといたしましては、総括というところで、こちらの方の xvi ページというところで、表 5 に勧告された規制除外レベルというのが上のほうに載っておりますが、この表 5 というのは下のほうの (m) というところに記載がございまして、表 5 のレベルより下の放射能濃度を持つ消費財は、この報告書での勧告の適用範囲から除外されているということで、こちらは管理措置ではございますが、人工アルファ線放射体、人工ベータ/ガンマ線放射体、それから、ウラン等についての放射能濃度についてそれぞれ値を定めているという情報があったということでございます。

それから、この資料の真ん中辺、24 ページというのが左上に打ってあるところでございます。3. 1. 2 として確率的影響ということ、それから、その下では 3. 1. 3 の出生前被ばくの影響というところ、この辺はリスク評価の参考になろうかと考えておりますが、3. 1. 2 の確率的影響の (63) ではがんに対しての委員会の見解として、低線量において単位線量当たりの名目致死確率 $5 \times 10^{-5}/\text{mSv}$ という確率係数を用いているという記載がございまして、3. 1. 3 では出生前被ばくの影響について、これは既にこちらでも御紹介したものの繰り返しが多うございますが、情報が整理されて記載されております。

この資料ではそのほか、少しめくっていただきました 49 ページの右側のページになりますが、49 ページの 5. 4 の復旧段階というところになりますが、下の方に図 5. 1 というものがございまして、長期被ばく状況における介入の必要性ということを図解されております。左側に“自然”バックグラウンドとして 1 を世界平均、10 を典型的に高い、100 を非常に高いとされて、一般的介入レベルとして、1 は介入が正当化されそうもない、10 は介入が必要とされるかもしれないという記載があります。この関係は、これまでも似たような情報が ICRP にありましたが、こういう形で整理をされております。

めくっていただいた 51 ページの表 5. 2 でも、同じように長期被ばく状況における介

入のために勧告された一般的規準ということで、介入の方では、ほとんど常に正当化されるのが 100mSv までということ、恐らく正当化されるのが 10mSv、正当化されそうもないのが 10mSv 未満ということの記載がございます。

その次に、めくっていただきました 52 ページ、5. 6 として一般消費財の汚染管理ということですが、一般消費財というのは最初の (156) のところにありますように、水、食品やその他の日用品のような一般消費財ということでございまして、その下の 5. 6. 1 の基本的規準というところ、(157) になります。この真ん中辺ぐらいから、幾つかの種類の日用品がいかなる個人に対しても、同時に、高線量被ばくをもたらす線源になるということはありません、この仮定を基本としてということで、委員会は、ある種の建築資材のように、何らかの事情の下で有意な被ばくの原因となるような主要な日用品から予測される最大個人年線量として約 1 mSv の一般的介入免除レベルを勧告するという、先ほど御指摘があった管理措置としての 1 mSv というものが記載されています。

その後、めくっていただきまして 54 ページの下の方には食品中放射線核種のガイダンスレベル、55 ページには飲料水中の放射線核種のガイダンスレベルについての情報がございました。今後、リスク評価を進めていく上で参考になるところがあるかどうかということで資料とさせていただきます。

それでは、資料 2 をお願いいたします。「ウランの知見のとりまとめ (案)」ということで、これは事務局でまさにたたき台としてつくったものでございます。ここに記載されております情報の精査、整理が必ずしも十分にできていないところがあるかと思しますので、今後、先生方からの御指示をいただいて、整理すべき情報を追加あるいは不要なものについては削除等々の作業を行っていくための、まさにたたき台的につくったものでございます。

また、これについては 1 ページの 11 行目のところから、どういう情報についてということ記載をさせていただきますが、WHO の飲料水水質ガイドライン関係で、ウランの関係の知見がかなりありましたので、それが多うございます。そのほかには、EPA の IRIS のリスト、米国の ATSDR の毒性学的プロファイル、EFSA の意見書等をもとにして、主に化学物質としての毒性関係の方の知見が多かったため、それを主に整理しております。ただ、後ろの方では放射線に関するものの記載がございます。

このほかに、事務局ではアルファ線の関係の文献について、文献検索等も行っております。今、93 報ぐらい、この他に入手して整理を行っております。そのうちの 60 報ぐらいがウランの関係ということでございます。ただし、プルトニウムは 30 報ぐらいあるのですが、アメリシウムは今のところ、3 報しか関係の論文が入手できておりません。そして、こういう形にまだ整理できていないキュリウムに関しては、入手できた文献はまだないという状況でございます。核種によってもやはり情報が相当ばらつきというか、濃淡があるというのが現状でございます。今、申し上げました論文については整理をしているところでもありますので、来週ぐらいにはアブストラクトの和訳と原著について、また CD 等

で先生方に送らせていただくべく、準備をしているところでございます。

資料 2 の説明に戻らせていただきます。

まず、体内動態に関して整理をしております。①として吸収でございます。20 行目からでございますように、ヒト及び動物における消化管からのウランの吸収は、ウラン化合物の溶解度に大きく依存するという情報がございました。ラットでは直近の摂餌量とか鉄イオン、それから、酸化剤の投与がウランの吸収に影響を与えるという情報があつたということに記載しております。幾つかの動物実験からは消化管から吸収されるウランの量は約 1% という情報がございました。26 行目にありますように、ヒトでは可溶性のウラン化合物の消化管からの吸収率は平均 1~2%、不溶性ウラン化合物は 0.2% のみという情報もございました。別の情報としては、ヒトにおいてはウランの吸収は経口摂取量の 0.1~6% であるということで、いずれにしても、ウランの吸収は比較的少ないという情報がございます。

めくっていただきまして 2 ページでございます。2 ページの 8 行目に、動物実験では一般的に溶解度が上昇するにつれて吸収が上昇するという情報を書いております。経口摂取したウランで最大の吸収率を示したのは、硝酸ウラニル六水和物であつたということでございます。10 行目にありますように、四酸化ウランとか三酸化ウランは約半分であつたということです。11 行目にございますように、ラット及びブタの新生児では吸収率の上昇が認められたということがございます。15 行目にありますように、ヒトの研究では経口摂取したウランの吸収は一貫して 5% 以下ということで、吸収率は高くないということが情報として得られております。

2 ページの 35 行目から②として分布がでございます。ヒトの血液において、ウランは主に赤血球に結合しているという情報がございました。3 ページに移りますと、1 行目の右の方から、Wistar ラットではウランは血流から迅速に消失し、腎臓と骨に蓄積するため、肝臓からはほとんど検出されないということがございます。5 行目にありますように、ヒトでも骨はウランの主要蓄積部位と考えられております。そして、7 行目になりますが、近年、ウランはラットの血液-脳関門を通過し、脳実質に蓄積するという報告もあつたということでございます。13 行目から、ヒト新生児におけるウラン取り込みに関する直接の情報は無いということに記載しておりますが、ウランは動物においては経胎盤投与後に胎盤を通過し、胎児組織中に入るという WHO の情報があつたということです。母乳中のウラン分布に関する情報は、ヒトでも動物でもなかったということでございます。

③の代謝・排泄に関しましては、21 行目からでございますが、ウランは一般的に、クエン酸や重炭酸、血漿たんぱく質と錯体を形成するという情報がございました。貯留したウランは初めに腎尿細管及び肝臓に集積し、それから体内における主要な貯蔵場所である骨格に集積すると、この論文には書いてあるということでございます。

32 行目から硝酸ウラニルを投与したラットの情報がございます。ウランは、35 行目にありますが、非単調なパターンでほとんどの臓器に蓄積し、ピークレベルは組織によって

は連続曝露 1～3、10 及び 19 カ月であったということでございます。

4 ページにいきますと、8 行目からラットの尿中排泄の情報がございます。吸収されたウランの大部分は数日以内に尿中に排泄されるということで、2～6 日間で半分、7 日間以内に 98%が排泄されるということ、ラット腎臓中ウランの約 95%が 1 週間以内に尿中排泄され、他の臓器にはほとんど残らないという情報がございました。

12 行目にありますように、半減期については腎臓中ウランの 99%で 1～6 日間、残りは 1,500 日間という推測がございます。15 行目からはウランを 10.8 mg 含有したコーラを摂取したボランティア 4 名において、ウランは糞便中及び尿中に 25 日間かけて排泄されたという、少し古い情報でございますが、そういう報告があるということでございます。経口投与後の尿中排泄は一般的に低く、全排泄の 2%と見積もられているという情報もございました。

26 行目にありますように、ラットの腎臓ではウランの半減期は約 15 日という推定がございます。4 ページの 37 行目のところ、こちらでは ATSDR、1999、出典不明という情報も書いておられて、ちょっとこういう確認がとれない情報等の扱いも今後検討する必要がありますが、今のところ、入手できたものについてはできるだけ整理して記載しております。37 行目では、通常の食事を摂取している状態におけるウランの生物学的半減期については、ヒトでは 180～360 日という推定がなされております。

5 ページから (6) としまして、実験動物等への影響ということでございます。

①として急性毒性試験の関係としては、まず、酢酸ウラニル二水和物でございますが、こちらの経口半数致死量 (LD₅₀) については、マウスでは 242 mg/kg 体重、ラットで 204 mg/kg 体重という情報がございました。

②といたしまして、亜急性毒性試験が 21 行目からございます。4 週間の亜急性毒性試験では無毒性量が求められたということで、この無毒性量については WHO においても、酢酸ウラニル二水和物の NOAEL を 2 mg/kg 体重/日と評価しているということでもあります。

6 ページの 13 行目から 28 日間の試験に関するコメントを記載しておりますが、13 行目にありますように最高用量でさえも有害影響はほとんど認められなかったが、続いて行われた試験ではかなり異なる結果があったということで、こちらは 8 ページの c の試験につながっております。こういうようなところのつながりがまだわかりにくい記載になっておりますが、その辺は今後、事務局で整理をさせていただこうと思っております。

6 ページの 25 行目から、30 日間混餌投与試験の情報がございます。ラットについてですが、27 行目から 28 行目にありますように、化学的に誘引された腎障害の合併症がほとんどの動物の死因ということでございました。34 行目からであります。二酸化ウラン又は三酸化ウランに 30 日間曝露されたラットにおいては、腎臓に対する影響が認められなかったということで、こういう情報もあるということで、この所見は恐らく不溶性塩であることにより消化管吸収が低かったことが原因であるといったコメントもあったという

ことであります。

少しめくっていただきまして、8 ページから c として 91 日間亜急性毒性試験（ラット）の情報がございます。この試験は国際機関等でも評価されておりまして、9 ページに記載がございます。9 ページの 6 行目から WHO の評価になりますが、こちらでは LOAEL として雄で 0.06 mg U/kg 体重/日とされておりまして、EFSA でも同じ値を LOAEL と考えております。WHO 等はこの値をベースに、ウランの TDI の検討をされているという情報がございます。

それから、ウサギのデータが 9 ページの 23 行目からございます。30 日間亜急性毒性試験（ウサギ）では、EPA は LOAEL を 2.8 mg U/kg 体重/日と評価しているということが 32 行目に記載しております。

10 ページから、その他として、少し整理が悪くて、その他（ラット、イヌ）という形でいろいろなものをこの項目に入れてしまっておりますが、10 ページの 26 行目から、硝酸ウラニル六水和物 0.07 mg U/kg 体重/day の 16 週間飲水投与の Wistar ラットで、甲状腺上皮における変性変化及び甲状腺機能の変化があったという情報がございます。

そして、91 日間亜急性毒性試験（ウサギ）が 10 ページの下の方からございます。11 ページに、EFSA の評価が 23 行目からございますが、こちらについては腎臓の細胞核の損傷に基づいて 0.05 mg U/kg 体重/日が LOAEL とされておりまして、ただし、この試験は先ほどのラットの亜急性試験よりも低いところで LOAEL が出ているのですが、11 ページの 32 行目から 12 ページの上の方にありますように、こちらでは感染症があったということで、雄ウサギについては SPF のウサギでの追試がなされたということでございます。その試験の結果については 12 ページの下の方になりますが、こちらではそういう低い値ではない値が求められたということで、33 行目にありますが、WHO は LOAEL が 24 mg/L から 600 mg/L の間にあるとしているということ、ATSDR では腎臓と肝臓への影響をもとに、LOAEL を 24 mg/L としているということでございます。これは 13 ページの表の中にありますが、1.36 mg U/kg 体重/日に相当するということでございます。

13 ページの 8 行目から、③といたしまして慢性毒性試験及び発がん性試験を整理しております。WHO では可溶性または不溶性ウラン化合物を経口摂取した動物に発がん影響は報告されないと整理されているということでございます。

14 行目からの a の 9 カ月間慢性毒性試験（ラット）、こちらでは 31 行目にありますように、LOAEL として 4 mg U/kg 体重/日という推定がなされております。

それから、14 ページでは 8 行目から b といたしまして、1 年間慢性毒性試験（ウサギ）がございます。ウサギについて、硝酸ウラニルを最高で 1 mg U/kg 体重/日の 1 年間の経口投与ということでございますが、いずれの投与群でも投与に関連した変化はなかったという情報でございます。

それから、がんの関係といたしまして、15 ページの 22 行目から記載をしておりますが、ラット、マウス、イヌ及びウサギを用いた入手可能な長期混餌試験は、選択された臓器や

組織の病理組織学的検査において、がん誘発の証拠は見出されなかったということがございます。こちらにつきましては重量ではなくて、放射能の単位で情報が整理されていたということがございます。

それから、16 ページからは④として神経毒性試験の関係について整理をしております。こちらの最初の試験、a の単回飲水投与試験（ラット）では 10 行目にありますように、ATSDR では LOAEL を 11 mg U/kg 体重/日としているということがございます。

それから、17 ページの 18 行目からの c の 1.5 カ月/9 カ月間神経毒性試験（ラット）ですが、こちらは 20 行目にありますが、いずれの投与群においても投与に関連した変化はなかったということがございます。

それから、18 ページの 3 行目に亜急性飲水投与試験（ラット）がございしますが、結論的には 12 行目にございますように、ウラン摂取による中枢神経影響は、主に放射能の影響によると推測されたということがございます。

19 ページの 12 行目から⑥として生殖・発生毒性試験がございします。最初は発生毒性試験（マウス）でありまして、29 行目のところから結論的なことが書かれておりますが、著者らは母動物及び発生毒性に対して、無作用量（NOAEL）として 2.8 mg U/kg 体重/日未満としております。WHO も母動物への影響及び胎児毒性に対して、LOAEL を 2.8 mg U/kg 体重/日としているということがございます。

20 ページには、マウスでの発生毒性試験がございまして、結論は 22 行目にございますが、WHO においては母動物に対する毒性、それから児動物に対する発生影響に基づいて、LOAEL を 2.8 mg U/kg 体重/日としているということがございます。

生殖毒性試験（マウス）が 21 ページにございます。こちらは NOAEL が求められまして 15 行目にありますが、ATSDR では NOAEL を 5.6 mg U/kg 体重/日としております。

それから、21 ページの下の方の生殖・発生毒性試験（マウス）がございしますが、結論は 22 ページの 9 行目からですが、LOAEL を 11.2 mg U/kg 体重/日としているとの情報があったということがございます。

それから、23 ページの下の方から 24 ページにかけてのところでございますが、低い値が示されている試験としては、結論は 24 ページにございますけれども、8 行目から記載がございしますように、母動物で試験の最低用量である 0.5 又は最高用量である 60 μ g/L のウランが飲水投与された群の児動物で、卵巣内原始濾胞数の顕著な減少が認められたが、中間の投与群では変化がなかったという、ドーズレスポンスのなかった結果があったということがございます。こちらの研究の関係では、16 行目からございしますように、飲水中のウラン濃度が 0.5~12.5 μ g/L という値で所見があったということがございます。こちらについて仮定を置いて計算しますと、18 行目から 19 行目にかけての記載になりますが、経口による飲水の LOAEL として、0.125~0.250 μ g U/kg 体重/日と換算されたということが EFSA の 2009 年の文書にございました。

20 行目からでございますが、EFSA は、こちらについては用量相関がなかったという

こと、それから、最近の雌を用いたウランの生殖毒性試験等においても、用量相関が認められない結果で、これらの試験の LOAEL がより高い値であったということにも注目したということで、そういう問題点を指摘しているということでございます。

遺伝毒性試験については、24 ページの 28 行目からでございますが、31 行からございますように、ほ乳類細胞を用いた染色体異常試験、小核試験、コメットアッセイ、突然変異試験のいずれも陽性でございますが、試験物質の放射線に起因するというふうに考えられております。25 ページには *in vivo* の試験成績もございますが、5 行目、6 行目にありますように、精巣内投与試験で精原細胞に染色体異常が誘発されておりますが、試験物質の放射線に起因と考えられております。

25 ページの 8 行目から、(7) としてヒトへの影響について整理しております。13 行目にありますように、WHO はウランによるヒトへの毒性学的影響は主に腎炎であるとしております。それから、ヒトの関係では主に鉱物ウランによる汚染ということになるかと思いますが、井戸の関係の研究の報告がございます。25 ページの 15 行目からはカナダの件でございますが、こちらは顕性腎症や他の症候性の愁訴とウラン摂取に相関はなかったけれども、井戸水中のウラン濃度の上昇に伴い、尿道中の β_2 -MG 排泄量の増加が観察されたという情報がございます。

26 ページでは 4 行目から、こちらもカナダでございますが、尿中アルブミン濃度の正常範囲での増加とウランの蓄積指数の間に相関があったということ、水の平均ウラン濃度は対象群が $0.71\mu\text{g/L}$ で、ほかの 2 群が $20\mu\text{g/L}$ 、 $15\mu\text{g/L}$ であり、こちらは高被ばく群と考えられたということでございます。

それから、20 行目からまた別の試験がございますが、こちらは 30 行目から記載がございますように、尿中グルコースが高曝露群で有意に増加したということ、また、ウラン一日摂取量総量と正の相関があったということ、34 行目からありますように、この試験で観察されたウラン濃度で尿細管に影響が認められているということでございます。

27 ページにはフィンランドの情報がございます。5 行目から尿中ウラン濃度がカルシウム、リン酸塩、グルコースの分別排泄率上昇と相関を示したが、飲料水中ウラン濃度と相関を示したのは、カルシウムの分別排泄率のみだったという情報がございます。この 7 行目にありますように、以上のデータは近位尿細管機能の変化の兆候と一致しているが、糸球体機能への影響を示唆する兆候は認められなかったということで、10 行目からありますように、著者らは尿細管に生じる機能障害は生理的な正常範囲内のため、本結果の臨床的な意義を確立することは容易でないとしているというコメントがございます。それから、管理措置に絡む話でございますが、11 行目から井戸水のウラン濃度に関してのガイドライン値に関するコメントもあるということでございます。

それから、17 行目からの試験でございますが、こちらについては 34 行目のところにコメントとして、著者は飲料水による連続的なウラン摂取が本研究の提示するレベルにおいては、ヒトの腎臓への細胞障害効果を発生させなかったと結論しているということで、そ

うという報告があったということでございます。

37 行目からはウランと骨の関係に関する情報ということになります。28 ページにその結果的などころが書いてありますが、4 行目にありますように、著者らはヒトにおいて、骨は天然ウラン摂取による化学的有害性の標的臓器としているということが書いてあります。

7 行目からは 153 カ所の井戸の報告でございますけれども、フィンランドの報告ですが、こちらでは腎毒性の明確な兆候はなかったということでもあります。

28 ページの 15 行目からは 3 歳の子どものデータがあったというものでございます。例数は 1 例と思われませんが、23 行目から 3 歳児の尿中 β_2 -MG 排泄率の記載がございます。26 行目から、EFSA ではこの症例報告は体重及び発達未熟に比例して、摂取される水によってウランに曝露された幼児特有の感受性が強調されたとしているという記載があったということでございます。それから、29 行目からは硝酸ウラニルを故意に摂取した男性 1 例の報告ということでございます。この方は硝酸ウラニル 15 g を故意に摂取したということで、35 行目にございますように腎障害が示唆されております。

それから、29 ページでは 13 行目から、50%致死線量としては 114 mg のウラン線量との推定、それから、5 g をヒトにおけるウランの急性経口投与による LD₅₀ と暫定的に考えられるということが書かれた論文があったこと等を記載しております。

整理がまだよくない状況でございますが、ウランに関しましては放射線に関する影響よりは、どちらかという毒性関係の影響の方が大きかったということ、それから、先ほどの比放射能の関係をどう考えるかというところを、少し御議論いただかないといけないところかなというふうに考えているところでございます。よろしくお願いたします

●山添座長 どうもありがとうございます。

ただいまの説明を踏まえまして議論に入りたいと思いますが、本日は各項目ごとに担当の先生を定めたいというふうに考えております。それで、もう 1 点、ウランに関しましては、今日、先ほどから説明がございました中にも出てまいりましたが、まとめ方をミリシーベルトとして放射能として検討するか、あるいはどうも腎臓を含めた毒性に鋭敏などころがあるので、一般的な毒性に注目して検討するか、あるいはこの両方で並行して後で決めるか、その辺のところも少し課題かなと思っておりますが、これらについて先生方のほうから御意見はございますでしょうか。遠山先生。

●遠山専門委員 ここで行ったリスク評価がきちんとリスク管理側に有効に使われるということ、また、一般の方々にもわかりやすく情報が発信できるというのが大事だと思います。それについてはもちろん、ここにいらっしゃる先生方は同じ御意見をお持ちだろうと思いますが、そういう観点から申し上げますと、実際に、今、我々が求められているのは、福島原発の事故で出てきた可能性のあるさまざまな放射性核種に関して、食品を介した形でのリスク評価をするということだと思います。

この前の東北大学の岩崎教授のおっしゃっていることが、本当に 100%正しいという前

提で言えば、ウランに関しては極めて酸化性が高く、ウランの酸化物としてなってしまうために、ウランとかプルトニウムその他、ほとんど水蒸気爆発を仮にしたとしても水の中に溶けないので、出てこないというふうなこともおっしゃられていたと思います。やはり、リスク評価の観点で、先生方に申し上げるまでもないですが、リスク評価のコンポーネントの中の曝露評価という観点からまず考えるべきではないかと僕は思います。

ですから、極端に高い用量の、化学物質としてのウランのリスク評価をするのがこの目的ではないわけですから、実際にこれまでにそれぞれのリスク評価の機関が行った例えば飲料水中のガイダンスレベルが出ているわけですが、もし僕の計算が間違っていなければ、ウラン 238 では 1 L 当たり 0.8 mg ぐらいの計算になるのですが、少なくともかなり低いレベルでリスクが問題となるということが、言われているものだけを検討対象にするほうがいいと思いますね。何でもかんでも初めから、ありとあらゆる可能性に関してリスク評価をするということをして、はっきり言って時間の無駄だと思います。

あと、シーベルトにするかどうかですが、シーベルトにした後、リスク管理側のほうでそれをちゃんと有効に食品とか大気とか、その他の被ばくのほうの基準を決めることにちゃんと使えるようにわかりやすく出さないと、使ってもらえないと、ここでやっても自己満足に終わるので、やはり、わかりやすく出す必要があるだろうと思います。

ちょっと長くなって恐縮ですが、3 月末の緊急とりまとめの時の議論で、シーベルトと一応決めたわけですが、どうも僕はあれが何かに使われたのだろうかと思っていたのですが、実際にはあれは緊急とりまとめであり、中間とりまとめであるということから、厚生労働省のほうも、ここで議論したミリシーベルトの値を、緊急の暫定基準値を決めるときには全く使っていないということは、3 月末にあそこまで一生懸命やる必要はなかったのではないかと自分では思うわけです。体を壊した事務局の方もいらっしやっただけで、もうちょっとリスク管理のほうで使いやすいような形にするなりして、ある程度、各食品中のシーベルトがどのくらいになるのかぐらいは、この場でも管理の側ではなくて評価する立場で、そういったことも勘案しながら、どこまで文献に当たって検討するかということをやってから取り組むべきだと思います。それぞれ、皆さん、この仕事が本分ではないわけですから、時間的にもちょっとなかなかできなくて、かといって、余りいい加減なことはいけませんから、限られた時間の中できちんとやる以上は、やっぱり、やる内容をもう少し限局化して、絞り込んで進めていただきたいというふうに思います。

ちょっと長くなりまして、どうもすみません。

●山添座長 遠山先生がおっしゃるように、どうもシーベルトでいくと管理の側がベクレルで表現をしているということでもありますので、どこかの時点でその数値が出てきそうになってきそうなところでは、実際のベクレルでどういう形になって、それで、今、遠山先生がおっしゃったのは、ウラン 238 がいくついくつで、ウラン 235 がいくついくつかということであって、代表的なものについての値を放射能として出せばいいのではないかとということですか。

●遠山専門委員 いや、そういうことではなくて、余り高用量の実験条件などの文献を一々、ここで見てもしようがないですし、少なくとも、今、我々が、日常的に、今の事故の後に曝露する可能性が実際にどの程度あるのかという曝露評価についての情報も当然、リスク評価書に入れるわけですから、それもあわせてやって、かつ曝露のレベルが低いのであれば、余り時間をかけてやってもしょうがないでしょうという、平たく言うと、そういうことなのです。

●山添座長 ただ、ウランの場合に腎毒性というのはかなり低いところの投与量で出ていますよね。ですから、先生がおっしゃるように、物質としての毒性は腎毒性に着目をして、それとあと、放射性のウランというものとの対比で、それを注目して、そちらを中心にやりましょうということですね。それは、皆さん、異論はないのではないかなと思いますが、いかがでしょうか、吉田先生。

●吉田専門委員 私も遠山先生の意見に賛成です。金属毒性の評価をするわけではないので、今回の評価はどういうことかとちょっと考えると、やっぱりリスクというのはエクスポージャーが重要な観点ですので、私は遠山先生の御意見に賛成です。

●手島専門委員 私も、やっぱり放射線としてのエクスポージャーのリスクというのを中心に考えて、ただ、ウランの場合はかなり低いレベルでも腎毒性があるということなので、そういった確かに腎毒性とエクスポージャーというようなことでまとめていくというような形でよろしいかと思います。やはり、曝露量ということですのでシーベルトであらわすのが本当はいいと思うのですが、シーベルトからベクレルの換算というのは、実際には食品に割り振ってやって、あとで、ベクレルに換算しているということがありますので、トータルダイエットとか、そういった形にもなってくるので、まずはシーベルトで、どれくらいの被ばくで影響があるかというふうな数字を出すというやり方でいいのではないかというふうに思います。

●山添座長 そのほか、先生方のほうで御意見はございますか。どうぞ。

●吉永専門委員 ちょっと今の議論が私自身は余り完全には理解できていないかもしれないのですが、ウランに関してだけ言うと、例えば、今、ざっと計算した限りは腎毒性のレベルのほうが、腎毒性が出ないようなレベルを守られれば、多分、放射線のほうの問題はなさそうとか、そういう議論ですよ。その場合、資料 5 を見ると、例えばウランでも 234 と 235 と 238 で大分、例えば比放射能が違う、何桁も違うということがあって、前提としているのは今の現状でのウランの同位体比が天然という言い方は変かもしれませんが、そういう前提が必要ですよ。

そうすると、その場合にもしかしたら同位体比が変わっているかもしれないという前提に立って評価をする必要があるのか、私は前回、欠席したもので議論を聞けていないので、その辺、どう考えたらいいのかというのがちょっと難しいところではないかと思うのです。つまり、例えば非常に極端な話、あり得ない話だと思いますけれども、234 が非常に多くなってしまっていたのだとすれば、腎毒性と発がんの関係を考えたときに、もしかしたら

逆転するかもしれないとかいうことが起こり得るわけですよ。それはちゃんと計算してみなければわかりませんが、天然の同位体比だという前提でものを考えていっていかどうかというのが、少し気になる場所なのですから。

●山添座長 ここでは天然の存在比率ということではなくて、あくまでも放射線そのものが出てきた場合、どういう核種が核分裂の場合に一番多く出てくるのかということに依存していると思うのです。そうすると、多分、235 ですかね、それが多ということになって、恐らく放射能としての影響を主眼に見るのは、235 を中心に評価をしなくては行けないのではないかとこのように思います。

その数値と、それが出す影響と、腎毒性として物質としての影響と、どちらが強いのかというのを一応、それなりの数値を出して、どちらが鋭敏なのかということ判断することが必要です。あと、放射線の影響で全体として食品の場合にウランだけを考えればいいのか、放射能全体としての許容値をとるとこの考え方もあります。そういうときは放射線の影響の値というものも含んだ上で、含量を別にデータとして持つ必要があると思うのです。今後はどういう形でその数値を出すかということにもそれが影響するので、両方を一応、数値としては出しておく必要があるかなと私は思うのですけれども、佐藤先生、どうですか。

●佐藤専門委員 これは多分、評価の全体の枠組みにかかわる話だろうというふうに思うのです。先ほど資料 1 のところで合意したのは多分、評価の対象の核種としてはこういうものであるということ合意したのだと思うのです。だから、ウランとかプルトニウムも恐らくやるのだということにはなるのだと思うのです。その場合には、ウランの場合には先ほどから、言われているように腎毒性がかなりありそうということがはっきりしているのだとすれば、今、座長がおっしゃったように、ウランの場合には例えば放射能と化学物質としての毒性、金属としての毒性というのを並べてみたところでどうだというのは、やっぱり、知見としては必要になってくるのだと思うのです。

ただ、それをどのレベルというかでやるかというのが難しいところだと思うのです。例えば福島原発の事故を受けた形でやるとすれば、例えば、今、エクスポージャーはこういうことが考えられるから、考えなければいけない核種はこんなものですよというのを並べた後で全体の評価をしていくのか、あるいはこの評価書はまだ途中ではあるわけですが、核種ごとに評価をしていって全体をまとめるのかという、そういう何か枠組みのつくり方のような気がするのです。

私も今回、初めて出てきたので今までの議論をちょっとフォローできていないと思うのですけれども、もう一方で、先ほど遠山専門委員が御指摘になったのかな、ウランはほとんど酸化物であって吸収されないということがあるとすれば、それは初めからやらなくてもいいという話にもなりかねない、あるいはもしあつたとしても、消化管を通る間だけの話だけで済んでしまうということにもなりかねないわけですよ。その辺の全体の枠組みをどこでどういうふうに議論する、いずれしなればいけないのだと思うのですけれど

も、そこを最初にやるのか、終わりでやるのかという話になってしまいそうな気がするのですけれどもね、今の話というのは。

●山添座長 福島原発の事件が余りに間近にあるので、そのことを前提にものと考えてしまうと、いわゆるこれは放射性的元素の曝露が食品に入ったときの影響がどうですかということを基本的には見るので、余り福島を意識するのではなくて、あくまでもこの物質、放射性的アイソトープの作用を見るのですけれども、それと同時に作用が強ければウランの物質としての金属としての作用も含めた上で、評価をしておくことにしないとまずいのではないかと思うのですが。

●佐藤専門委員 ですから、私が申し上げているのは、リスク評価としてウランの核種をやるのだから決めたのだとしたら、これでいいと思うのですけれども、そういうふうな資料 1 の 2 番目に書いてあることは、そういう意味合いだったのかなと。けれども、そうでもないかもしれないというような御意見も出てきたので、どっちだったのかなというのが私はよくわからなくなってしまったということなのですけれども。

●山添座長 多分、福島が前提で皆さん頭にあるので、いろんな意見が出ますけれども、ここでは放射性的ヨウ素、セシウム、ウラン、プルトニウムというようなもののそれぞれについて、個別にきちっとした値を出すということが主眼だと思います。多分、それは資料 1 のときの基本的な考え方で、合意ができたとは思っていたのですけれども、滝澤先生、御意見いただけますか。

●滝澤専門参考人 食品の放射能汚染の水準を決めるわけでございますけれども、実際に環境中に放出されたウラン核種の実態はどうかということにつきましては、ソ連のチェルノブイリの事故の直後に、近隣のフィンランドの原子力安全センターで、大気中の放射能核種の分析をしました。その結果によると、ヨウ素からセシウムやその他、ほとんどの核種が見られて、大体 18 種類が出ていますけれども、ウランは検出されていないんですね。実際に食品中のウラン例えば 238 とか、そういったものの測定データがどのくらいあるか、実際的なデータも参考にして評価しないと、ただ、安定元素のウランの毒性に余り終始していかどうか、これは多少、私は今回の放射能の健康影響調査においては、もう少し議論して決定していただいたほうがいいのではないかと思います。

●山添座長 今回の滝澤先生のお話ですと、ウランというのはそれほど曝露実態はなかったということで、多分、今回もそれほど実態としては出ていないわけなのですよね。ただし、厚生労働省のほうからウランということも諮問されていますので、何らかの形でこの曝露があった場合を想定して、安全性を評価しておくということが必要で、我々は今、議論しているということになるかと思います。実態としては、曝露は余りないというのは皆さん理解をされていると思うのですけれども、それに曝露したとか、たまたま食品に入った場合の影響ということで、これをきちっと評価をしておくということではないかと思えます。

そのほか、説明を今日、いただいた箇所では先生方のほうで何か御指摘がございますでし

ようか。佐藤先生、どうぞ。

●佐藤専門委員 最初の吸収のところ、鉄イオンの話を少し書いてあったかと思うのですが、鉄イオンはウランの吸収を増加させるというデータでよろしいんですね。通常、何かこういうものは鉄が共存したりすると吸収が下がりそうなものかなと、ほかのものなんかでそんなのがあったのではないかなというふうに思うのですが、いかがでしょうか。

●坂本評価課長 今、御指摘の 1 ページの 30 から 31 行目のところに記載してありますように、硝酸ウランの吸収率は三価の鉄 (190 mg/kg) の同時投与によって、0.17 から 3.3% に上昇という情報があったということになります。

●佐藤専門委員 わかりました。

●山添座長 そのほか、ございますか。

そのほかになれば、一応、佐藤先生のほうから担当といたしますか、どの方がまとめるのか、その辺について先生のほうから御指摘をいただければと思うのですが、事務局のほうから。

●坂本評価課長 先ほど遠山先生からウランについて、高い用量のデータは余り必要ないだろうという御指摘がありましたので、もし数値的なお話が出るのであれば、今後の文献の整理とか、今、ここにあるものの中の整理としても、余り高過ぎる値が見えてくれば、そういう記載は一種、ここから落としまして、もう少し議論しやすい形の整理ということの作業が事務局でもできるかと思うのですが、なかなか、その数値が我々ではちょっとわかりにくいので、その辺、もし御議論があれば。

●山添座長 遠山先生、どうぞ。

●遠山専門委員 御賛同いただいてありがとうございます。それで、例えば僕が間違っているかもしれませんが間違っていたら、どなたか言っていただきたいのですが、資料 6 に WHO 飲水ガイドラインがありますよね、先ほど事務局からお示しいただいたものです。そこにガイダンスレベルでリッター当たりベクレルの値がウランのそれぞれの核種に関して出ています。ですから、それから逆算すれば 1 L 当たり何 μg かというのは出ますよね。

このガイダンスレベルは WHO ですから、恐らく、もし発がんをやっているのだったら 10^{-5} とかぐらいのリスクでやっているのかどうか、吉永先生がこれは詳しいと思うのですが、いずれにしても、ここにガイダンスレベルが出ていますから、この数値に基づいて一定のウランのレベルが質量として出せますから、もちろん、さっき言っていた核種の比率とか、余り細かいことを言い過ぎるとややこしくなりますが、一応、それぞれの核種について出ますので、そこから例えば 10 倍とか 100 倍とかぐらいのレベルの曝露より高いものは全部排除するというのが一つの考え方だと思います。

●坂本評価課長 たしか、WHO 飲料水ガイドラインのほうでは、こちらのベースとなったのは各核種毎に 0.1 mSv/年というところを置いて、年齢は問わずに 1 年間の飲水量を 730 L に仮定をして、あと、数字は丸めていると思うので、そういう計算をしていると思

いますので、そうすると、ちょっとベースは 0.1 mSv/年になるのかもしれませんが、もう一度、言質は確認いたしますが。

●山添座長 遠山先生から御指摘をいただきましたし、実際、今回は放射線のほうが主眼ですので、ちょっと申しわけありませんが、その辺のレベルを参考にさせていただいて削っていただくというか、少しお願いできればと思います。

先ほどの取りまとめに関しましてですが、今、先生のほうからちょっとどうするか、お考えをお願いします。

●佐藤専門委員 あらかじめ余り考えてきたわけではないのですが、今日、 α 核種のアルファミッターの議論をしているわけですが、それを担当するというような意味合いで、私が少しほかの委員の方々と一緒にやっていきたいというふうに思っておりますけれども、その専門委員として川村先生と、それから、きょう、御欠席ですが、村田専門委員と、それから、吉永専門委員ということで、今のウランの知見のとりまとめとか、どれをどの程度削っていくのかというようなことも、御相談しながらやっていくことにさせていただければというふうに思いますけれども、ちょっといきなり名前を出した委員の先生方、申しわけありませんけれども、そういうことでお願いしたいと思うのですけれども。

●山添座長 そうしましたら、佐藤先生と、今日、御出席の先生方で、後で申しわけありませんが、お集まりいただきまして、担当についてももう少し詰めをしていただければと思いますので、よろしく願い申し上げます。

どうぞ。

●坂本評価課長 あと、もう 1 点、よろしいでしょうか。先ほどから単位がやはり重量/kg とシーベルトと両方で、どちらがどうだということをやるためには、何か仮定を置きませんと計算がやはりできにくいので、先ほどの御議論ですとウラン 235 だと仮定して、とりあえず計算をしてみて比較するというのが、ちょっと逆に考えると全部 235 なのかというところもあるので、どちらかに寄り過ぎている可能性はあるのですが、もう一つは一般的な核種としては 238 の値というのがあるのですけれども、何かこの場で御指示があれば、事務局のほうで腎毒性のデータを例えば換算してみるとこうだというような試算はしておけるかとは思うのですけれども、235 でやっておいたほうがよろしければそうしますし、238 でやったほうがよろしければそうします。

●山添座長 吉永先生、御意見を。

●吉永専門委員 つまり、腎毒性のデータが基本的には重量単位で出ていて、それから、放射能としての換算をするというお話ですよね、今の話はね。だから、別に腎毒性のデータは腎毒性のデータでとりあえず、そのまま出しておいて、あとは 235 が何%だとすれば、これは何 mSv に相当するというようなことを単純に換算係数みたいなものを一覧にしておくだけで、あえて別に評価のところからすべて単位を変えて評価をする必要は、私は全然ないような気がするのですけれども、あるいはともかく結果は併記しておくという、

重量単位と線量単位とかで併記しておくというだけで済む話ではないかと思えますけれども。

●山添座長 ただ、先ほども遠山先生の議論にもありましたように、シーベルトをベクレルの単位に換算するときにも、また、核種ごとによりますよね。だから、ある程度、どういうふうにしたらいいのかということをおぼえてもらわないと意味がないというのが、遠山先生がさっきおっしゃったように、確かにそういう手もあるかと思えます。現在、環境でモニターをされているのは、ウランについてはどれなのですかね。事務局で把握していらっしゃいますかね。

僕も今、はっきりしませんのでちょっと見ていただいて、最も指標として用いられている核種当たりの相当数を、暫定的に出すということではいかがでしょうか。いいですか。

●佐藤専門委員 いいのではないですか。

●山添座長 とりあえず、そういう形として出すと。後でその数値が問題かどうかについてはもう一度、検討すればいいかなと思えますので、そういう形でお願いできませんでしょうか。

そのほか、先生方、ございますか。

なければ、次に、きょう、資料 3 に出ておりますプルトニウムの知見について、それから、アメリシウムについてというふうに進んでいきたいと思えます。では、資料 3、4 について御説明願います。

●右京評価専門官 それでは、資料 3、資料 4 に基づいて、プルトニウムとアメリシウムの知見とりまとめについて説明させていただきます。

先ほどのウランと同じように、プルトニウムとアメリシウムについても、これから先生方に御検討いただくための参考のたたき台ということで、事務局のほうで整理をさせていただきます。

まず、資料 3 をごらんいただきたいと思えます。「プルトニウム知見とりまとめ(案)」でございますけれども、こちらは 13 行目からのほうに記載しておりますように、米国の ATSDR の毒性学的プロファイルをもとに、その毒性に関する科学的知見を整理したものでございます。

まず、(5) 体内動態でございますけれども、ページをめくっていただきまして 2 ページの 7 行目、①の吸収でございます。ヒトの経口摂取の報告が幾つかございます。9 行目のところからですが、イギリスの核燃料施設付近の海で採取された 239、240 のプルトニウムを含むタマビキ、これはタイプミスで巻き貝の一種でタマキビなのですが、またはザルガイをヒトが摂取したときの吸収について、動態モデルを用いて算出されております。

18 行目のところから、その平均摂取量、吸収率ですけれども、タマキビの場合、 1.7×10^{-4} と。ザルガイの場合ですけれども、7 日間に排泄された体内負荷量を約 1.1% と予測する Durbin らの動態モデルに基づく 4×10^{-4} であり、あるいは 7 日間に排泄された体

内負荷量を約 2%と予測する Talbot の動態モデルに基づくと、 1.9×10^{-4} であったという
ような記載がございました。

次に、26 行目からですけれども、成人ボランティア 3 名におけまして、クエン酸プル
トニウム水溶液を経口摂取したときの吸収率なのですけれども、30 行目からのところか
らありますように、吸収率は 2×10^{-4} から 9×10^{-4} の範囲であったというような記載が
ございました。

次の 3 ページにいつていただきまして、まず、1 行目のところでマーシャル島の核実験
によるプルトニウム・フォールアウトに曝露された症例のデータ解析がございませう。それ
に基づきますと、消化管の吸収率は食事と土壌の両方を合わせたものでございませうけれど
も、約 4.2×10^{-4} と推定されております。6 行目からのところで、こちらはフィンランド
のラップ人においてプルトニウムの吸入量と食事摂取量から推定された消化管の吸収率は、
約 8×10^{-4} から 9×10^{-4} と推定されてございませう。

次、11 行目からなのですけれども、プルトニウムの消化管吸収についてヒト以外の霊
長類、イヌ、種々のげっ歯類においても研究されております。16 行目から、こちらのヒ
ビにおける試験ですけれども、 ^{239}Pu (VI) のものの炭酸水素塩の経口投与と、 ^{236}Pu
(VI) または ^{238}Pu の炭酸水素塩の静脈内投与によります吸収量は、21 行目になります
けれども、絶食時のヒビで経口摂取量の 0.22%、摂食時のヒビで 0.011%と推定されてご
ざいませう。

次に 28 行目からですけれども、ヒト以外の霊長類で行われたこの試験以外にも、ブタ、
イヌ、種々のげっ歯類でさまざまな同位体と化学形態におけるプルトニウムの消化管吸収
量が測定されており、これらの結果から吸収に影響を与える因子に関する以下の一般的な
結論が出されていませう。

1 点目としまして 31 行目からなのですけれども、一般的にプルトニウムクエン酸塩の
吸収は硝酸塩より多く、硝酸塩の吸収は酸化物より多い傾向があると。2 点目としまして、
成獣におけるプルトニウムクエン酸塩及び硝酸塩の吸収量推定の多くは投与量の 0.1%未
満であると。3 点目としまして、絶食は吸収量を増加させる傾向がある。4 点目としまし
て、新生児における吸収は動物種やプルトニウムの化学形態にもよるが、成人（生体）の
10~1,000 倍多い。ページをめくつていただきまして、2 行目のところから 5 点目としま
して、幼若ラットにおいて鉄欠乏症は吸収量を増加させ、鉄欠乏症ラットへの三価鉄投与
は吸収量を減少させる。6 点目としまして、モルモットにおいて表面の粉じんのプルトニ
ウムの吸収量は投与量の 0.001%未満であるというような記載がございました。

次に②分布でございませう。消化管経由のみで曝露されたヒトにおけるプルトニウムの体
内分布に関する研究は報告されていないとされております。ヒト以外の霊長類やイヌ、
種々のげっ歯類において行われた研究から、吸収されたプルトニウムは主に肝臓と骨格に
分布するとされていませう。ヒビで行われた試験でございませうと、総体内負荷量の約 90%
が骨格と肝臓に存在し、骨格、肝臓のプルトニウム比は約 1.2 であったということだす。

イヌの場合は骨格、肝臓の比が 1~4 とされ、ラット及びマウスでは 1~8 とされております。

次に③代謝でございます。生体内におけるプルトニウムの代謝は、主に加水分解とたんぱく質や非たんぱく質リガンドとの複合体形成から成るとされております。プルトニウムは水溶液中でⅢ~Ⅵ価の酸化状態で存在しますが、大抵の生理的条件下では主な酸化状態はⅥ価（正しくはⅣ価、言い間違い）でございます。中性の pH において、Ⅵ価（正しくはⅣ価、言い間違い）のプルトニウムイオンは速やかに単量体及び不溶性の重合体のプルトニウム水酸化物に加水分解されるという報告がございます。Ⅵ価（正しくはⅣ価、言い間違い）のプルトニウムは、アルブミン、グロブリン、種々の低分子量たんぱく質といった生理機能調節性たんぱく質と複合体を形成するというような報告がございます。

次の 5 ページをごらんください。④排泄でございます。吸収されたプルトニウムの排泄に関する動態は、吸収されたプルトニウムの主な蓄積部位である肝臓、これは半減期が 9 年以上、骨格では 20 年以上とされておりました、滞留時間が相対的に長いことが示されております。

18 行目からですけれども、ヒトでは 239 と 240 のプルトニウムを含んだ軟体動物の摂取後 7 日間におきまして、尿中排泄促進が観察されております。²³⁶Pu (Ⅵ) 炭酸水素塩または ²³⁹Pu (Ⅵ) 炭酸水素塩をヒトに経口投与した場合の、尿中の排泄は最初の 24 時間でも観察されたという報告がございます。また、堆積物に混入したプルトニウムを経口摂取したヒトにおいて、プルトニウムの尿中排泄も観察されております。イヌ及び種々のげっ歯類で行われた研究では、経口摂取後に吸収されたプルトニウムは尿中に排泄されることが示されております。

次に 28 行目からの (6) 実験動物への影響でございます。ATSDR におけますは、動物において、プルトニウムの経口曝露による呼吸器、心血管系、血液、筋骨格、肝臓、腎臓、皮膚/眼球、免疫、リンパ球、神経、生殖、発生への影響、発がんに関する研究はなかったと記載されております。

①の死亡でございますけれども、新生児のラットでは、 1.2×10^4 kBq ²³⁸Pu/kg、これはプルトニウムクエン酸塩としての単回強制経口投与により、曝露後 2 週間までに 45% が死亡したと記載されております。また、3.7 kBq/kg の投与による死亡は報告されていないとの記載がございました。

次の 6 ページをごらんください。②消化管への影響でございます。プルトニウムクエン酸塩として強制経口投与された新生児のラットでは、小腸の分泌物をつくる陰窩に経度な肥大が観察されております。17,400 kBq ²³⁸Pu/kg を投与されたラットでは、小腸の大量出血とあわせて上皮細胞及び陰窩の全体的な消失が観察されております。155 μ Ci ²³⁸PuO₂/kg、これは 5,740 kBq/kg ですけれども、を投与された成体ラットでは、大腸の表面上皮と表層の細胞層で好中球の増加が認められ、この影響は曝露後 3 日でも認められた。しかし、6 日では観察はされていないというような報告がございます。

次に③遺伝毒性であります。プルトニウムからのアルファ線の遺伝毒性は、動物の *in vivo* 試験、また、種々の *in vitro* 試験において調べられておりまして、18 行目以下から記載しておりますけれども、アカゲザルとかカニクイザルにおきまして、血中リンパ球の染色体異常の増加が観察されております。また、マウスで骨髄細胞の染色体異常増加が観察されております。下の 33 行目からになりますけれども、チャイニーズハムスターの肝臓組織では、染色体異常の頻度増加が観察されたというような記載がございます。

次の 7 ページを見ていただきまして、6 行目からなのですけれども、238 の酸化プルトニウムまたは 239 酸化プルトニウムのエアロゾルを曝露したマウスでは、小核誘導が認められたというような報告がございます。

次に 15 行目からなのですけれども、238 プルトニウム活性レベルが 231 kBq/kg 体重の単回腹腔内投与されたマウスの精祖細胞で、染色体異常頻度の顕著な増加が観察されております。370 kBq ²³⁹Pu/kg 体重の静脈内投与の雄マウスの精祖細胞でも、染色体の相互転座の頻度増加が観察されております。また、370 kBq ²³⁹Pu/kg 体重を静脈内投与された雄マウスの精祖細胞では、遺伝性転座の頻度増加も観察されております。これら転座の頻度は、時間と線量の関数として増加したというような記載がございました。しかし、150 kBq ²³⁹Pu/kg 体重の静脈内投与された雄マウスでは、相互転座の誘導は有意ではなかったというような報告もございます。顕著な寿命短縮と発がん頻度増加を起こすのに十分な高さの活性レベルで静脈内投与したマウスまたはハムスターでは、精祖細胞当たりの染色体異常頻度に統計学的に有意な増加は観察されなかったというような報告もございません。

30 行目からですけれども、プルトニウムに曝露されたマウスでは優性致死が観察されていまして、交配前の 4 週間に 3.7~18.5 kBq の 239 プルトニウムを曝露した雄マウスと交配した雌マウスで、子宮内胎児死亡が起こったというような報告がございました。また、33 行目からですけれども、未処理雌を F₁ 世代の雄マウスと交配させたとき、優性致死変異の影響も観察された。高線量の 239 プルトニウムに曝露された雄マウスが、曝露後 12 週間の不妊となったというような報告がされてございます。

次に 8 ページをごらんください。8 行目から *in vitro* での試験の結果が記載されております。ヒト、マウス、ハムスターの細胞で染色体異常が姉妹染色分体交換、遺伝子の突然変異、二重鎖切断、DNA 損傷、放射線抵抗性の低下などの報告がされております。

次に 27 行目からの (7) ヒトへの影響でございます。ATSDR におきましては、ヒトではプルトニウムの経口曝露による死亡または寿命短縮、呼吸器、心血管系、血液、筋骨格、肝臓、腎臓、皮膚/眼球、消化管、免疫・リンパ球、神経、生殖、発生への影響、発がんに関する研究はなかったということでございます。

疫学研究では、プルトニウムがヒトに遺伝的損傷を起こすというような決定的なエビデンスはないとされておりますが、幾つかの研究結果は測定可能な量のプルトニウムを体内に取り込んだ作業員の染色体異常が、線量相関的に増加することを示す示唆的エビデンス

を提供しているというような記載がございます。例えば、引退したプルトニウム作業従事者のうち、線量測定によって内部及び外部線量が、次の 9 ページにいただきまして、0.5 Sv より高いと推定される 30 人、主に外部線量 0.1 Sv 未満と推定される 17 人、職業上の放射線曝露歴のない対照群 21 人におきまして、外部線量、内部線量、末梢血リンパ球の染色体異常及び小核頻度の関係を調べたところ、染色体異常の頻度は骨髄線量と正の相関があったと、しかし、外部線量とは相関がなかった、また、小核の出現頻度は 3 つの集団における有意差がなかったというような記載がございました。

次に 16 行目からですけれども、ロシアのマヤクにあるプルトニウム施設で被ばくし、体内負荷量が 15.5 kBq に上ると推定されている作業員の末梢血リンパ球で、プルトニウムの内部線量に相関した染色体異常頻度の増加も報告されている、マヤクの作業員では被ばくを休止した後も染色体異常頻度の上昇が何年も続いているというような報告もでございます。

次に体内負荷量が 740 Bq より高いロッキー・フラッツのプルトニウムの作業員で、染色体異常頻度の上昇が観察されております。逆に、32 年間追跡調査されたマンハッタン計画のプルトニウム作業員では、染色体異常頻度と 0.185～15.4 kBq の範囲のプルトニウム体内負荷量との間に明らかな相関関係は見つからなかったというような報告がございました。

プルトニウムにつきまして、ATSDR の体内動態と毒性のところに記載されていたものについては以上でございます。

続きまして、アメリシウムについても引き続き説明させていただきたいと思っております。資料 4 のほうをごらんいただきたいと思っております。

アメリシウムもプルトニウムと同様に、先生方の検討のための参考のたたき台として、ATSDR の毒性学的プロファイルの体内動態と毒性に関する知見を整理してございます。

(5) 体内動態の①吸収でございます。動物試験の多くの知見と同様に、ヒトを対象にした試験においても投与放射能の 0.1% 未満が吸収されて血液中に入ることが示唆された。乳幼児では 0.5% 近くが吸収される可能性があるとしてございます。

21 行目からですけれども、成人 8 名における英国の Sellafield 原子力施設近くの海岸で採取されたアメリシウムに汚染された貝を経口摂取した試験によりますと、その動態モデルに基づいて吸収率が算出されておまして、28 行目からですけれども、幾何学的平均吸収率は、投与放射能の 0.6×10^{-4} または 0.006% であったというような記載がございました。また、この試験に引き続いて 2 回目の試験が行われておまして、その結果は 33 行目でございますけれども、相加平均吸収率は投与放射能の 0.8×10^{-4} または 0.008% であったと。35 行目からですけれども、この 2 つの試験結果を合算すると、相加平均吸収率は投与放射能の 0.9×10^{-4} または 0.009% であり、男女の吸収率は同程度であったというような報告がございました。

次に 2 ページをごらんください。6 行目のところからなのですけれども、酸化アメリシ

ウムを作業員が経口的に摂取をした事故事例が報告されております。約 2.85 μ Ci、これは 105 kBq、0.88 μ gAm を含有するセラミック粒子を摂取したときの摂取後 8 日間で推定放射能の約 4 pCi (0.15 Bq) または 0.00014%が尿中に排泄されたという報告がございます。また、4.22 μ Ci のアメリシウムを含有した煙検知器の製造に用いる直径 2mm の銀色のディスク 2 枚を飲用したという事故の事例では、作業員が摂取後 16 及び 24 時間の糞中に銀色ディスクを排泄し、この期間中の尿からのアメリシウムの排泄量は、摂取放射能の約 3 pCi または 0.0007%であったというような報告もございます。

次に 17 行目からなのですがすけれども、アメリシウムの吸収量は投与量の 0.1%未満という値を支持する結果が、ヒト以外の霊長類を用いた試験でも得られております。マーモセットにアメリシウムのクエン酸液を腹腔内投与したものと、ジャガイモ粉にまぜたものを胃内に投与したときの試験の結果では、ジャガイモ粉に混合されたアメリシウムの吸収放射能は、投与放射能の約 6×10^{-4} または 0.06%と推定をされております。

次に 28 行目からなのですがすけれども、一般に、動物試験ではどの種においても摂取されたアメリシウムの吸収は相対的に低い（成獣で 1%未満）ということが示されております。ブタ、モルモット、ハムスター及びラットにおいて、新生児の吸収率は成獣に比較すると 30~200 倍高く、出生後、年齢とともに吸収率は急激に減少すると。モルモットの場合は出生 30 日後で吸収率は 4 倍というような報告がございます。

次に 34 行からなのですがすけれども、アメリシウムは水溶性の硝酸塩またはクエン酸塩の水溶液として摂取されるときも、貝やジャガイモまたは肝臓組織のような食品中で取り込まれるときも、同様な吸収量となると考えられております。比較的不溶性のアメリシウム酸化物の吸収量は、アメリシウムクエン酸塩の 4 分の 1~10 分の 1、アメリシウムクエン酸塩の吸収量は、アメリシウム硝酸塩の 3 分の 1~6 分の 1 であったというような報告がございます。

次に 3 ページをごらんください。1 行目からなのですがすけれども、アメリシウムの酸化物または硝酸塩の吸収量は、10 分の 1~50 分の 1 であったというような報告がございます。モルモットではラットよりも 5 倍量のアメリシウムを吸収し、種差が認められたというような報告もございます。

続きまして 14 行目からの②分布でございます。アメリシウムは消化管から吸収されることが示されておりますが、経口曝露後の全身の分布については不明な点が多いとされております。しかしながら、消化管から吸収されたアメリシウムは、吸入曝露による吸収と同様に体循環によって、全身に分布すると推測されております。

21 行目からなのですがすけれども、アメリシウムクエン酸塩を単回投与したブタにおいてのアメリシウムの分布は、骨に 56%、肝臓に 29%及び筋肉に 5%であったというような報告がございます。ラットにアメリシウムクエン酸塩または硝酸塩を単回投与した結果では、骨格及び肝臓は体内負荷量のそれぞれ 40%及び 29%を占めたというような報告もございます。消化管から吸収されたアメリシウムは、門脈血液により優先的に肝臓に入りますが、

肝臓における初回通過効果が実際に吸収されたアメリシウム全体の組織分布に影響するという証拠はないとされております。マーモセットでのアメリシウムクエン酸塩を静脈内投与した試験では、肝臓にアメリシウムの総体内負荷量の 27%であったが、ジャガイモ粉に混合したアメリシウムを単回強制経口投与した結果では、肝臓への分布は総体内負荷量の 31%であったというような報告がございます。同じような試験では、ハムスター、モルモットでも同じように余り差がないというような報告がされております。

36 行目からの③代謝でございます。アメリシウムの代謝は、たんぱく質との結合のほかに、炭酸塩、リン酸塩等の各種の無機陰イオン及びクエン酸塩、乳酸塩等のカルボン酸塩複合体が考えられ、これらの相互作用の型は、すべての曝露経路で可能であろうというような記載がございました。

次に 4 ページをお願いいたします。④排泄でございます。4 行目からですけれども、成人におきまして 241 アメリシウムで汚染された貝の経口摂取の結果でありますけれども、投与後 7 日間の平均累積尿中の排泄量は約 0.0005%であり、尿中に排泄された吸収放射能の割合は 0.07%と算出されたというような報告がございます。また、18 行目からですけれども、酸化アメリシウムを含有するセラミック粒子を摂取した事故におきましては、事故後 5 日目に約 2.85 μ Ci を含有するセラミック粒子が便に排泄されたと。それ以前及び以後の便には、アメリシウムの放射能は検出されなかったと。粒子の摂取後 8 日間に、約 4 pCi が尿中に排泄されたというような報告がございます。

ヒト以外でも 25 行目から、ラット及びモルモットを用いた試験の結果で、これらの動物では消化管より吸収されたアメリシウムは、曝露後 1 週間以内に主に尿中に排泄されることが示された。ラットにアメリシウム硝酸塩またはクエン酸塩が強制経口投与されると、推定吸収放射能の 30~80%が投与後 7 日間に尿中に排泄されたと。排泄率の幅が広いのはアメリシウムの吸収率が相対的に低いため、推測値の不確実性に起因すると考えられております。34 行目からですけれども、吸収されて循環系に入ると、曝露経路は関係なく、アメリシウムは糞及び尿に排泄される。これは、ヒトの事故事例及びアメリシウムが静脈内投与または筋肉内投与された動物試験の結果により明らかであるというような記載がございました。

次に (6) 実験動物等への影響でございます。ATSDR におきましては、アメリシウムの経口投与による急性、亜急性及び陽性毒性試験について、動物における死亡、臓器毒性、免疫学的及びリンパ細網系、神経毒性、生殖発生毒性、発がん性、遺伝毒性等の健康影響に関する報告はないとされております。

続きまして、(7) ヒトへの影響でございます。

①急性毒性、亜急性毒性及び慢性毒性試験でございますが、こちらも ATSDR では、そのような報告はないとされているところでございます。

②の発がんでございますが、アメリシウムの急性、亜急性及び慢性経口投与試験によるヒト発がんに関連した報告はございません。大量曝露を受けた作業員が、11 年後に死亡

しているというような報告があるのですけれども、生検における検査においてもがんの所見は認められず、死因はがんでなかったとされているところでございます。

続きまして、39 行目から遺伝毒性試験でございます。ATSDR におきましては、アメリカシウムへの急性、中間的または慢性的期間の経口曝露の結果、ヒトにおいて遺伝毒性に関する報告はないというふうにされております。

参考としまして、ヒトにおけるアメリカシウムへの外部曝露事例で見られた遺伝毒性的影響に関する所見についてが、3 行目から 29 行目まで記載されておりますけれども、こちらのほうは説明を割愛させていただきたいと思っております。

アメリカシウムの説明は以上でございます。

次にキュリウムに関してですけれども、キュリウムに関しては ATSDR の毒性プロファイル等もなく、現在のところ、毒性等に関する情報が得られていないような状況でございます。

説明は以上でございます。

●山添座長 どうもありがとうございました。

今、プルトニウムとアメリカシウムについてのとりまとめ（案）について御説明をいただきました。これにつきまして先ほどと同様に分担を後で決めたいというふうに考えておりますが、今回のこの案につきまして、先生方のほうで御意見はございますでしょうか。佐々木先生、どうぞ。

●佐々木専門参考人 情報でございますが、プルトニウムについては 1980 年代に放射線医学総合研究所が動物による内部被ばくの実験を行っております。プルトニウムの吸入実験による腫瘍発生の研究が行われておりまして、このデータがあるはずであります。その後、静脈注射についての動物実験の結果があります。これは放医研の企画部に聞いていただくとその記録があると思っておりますし、実際にやられたのは小木曾さんという方で、現在、青森県六ヶ所村にある財団法人環境科学技術研究所におられる方でありますので、直接聞かれますと、御自分の御研究、それから関連された文献情報なども得られるかもしれないと思っております。

以上です。

●山添座長 どうもありがとうございます、情報を提供していただきまして。

ただ、今回につきましては食物ということもありまして、基本的には経口摂取のデータを重点に扱いたいというふうに考えております。

そのほか、先生方のほうで、佐藤先生。

●佐藤専門委員 2 点、質問させていただきます。プルトニウムの知見のまとめの 4 ページ目、③の代謝のところ、プルトニウムの酸化状態のところを口頭では VI 価とおっしゃったように思うのですが、23 行と 24 行には IV 価と記載されておりますが、IV 価でよろしいですか。

●山添座長 文章上は、このところが IV になっているけれども、VI か、どっちが。

●佐藤専門委員 後で確認していただいても結構です。

●右京評価専門官 すみません、多分、私が説明するとき間違えてVI価と言ったかもしれませんが。正しくはIV価です。

●佐藤専門委員 後ろのほうの排泄、④の5ページ目の19とか20行目はVI価と書いてあるので、おそらく読み間違えられたのかなと思うのですが、確認しておいてください。

●右京評価専門官 後で確認いたします。

あと、すみません、今、佐々木先生から御紹介いただいた放医研のプルトニウムの動物実験の吸入とインジェクションの報告書なのですけれども、過去に資料としては出させていただいています、それを具体的に何回のときに出したかというのが、今、ちょっと私は申し上げられないのですが、以前に一応、資料としては提出させていただいているところがございます。

●佐々木専門参考人 ありがとうございます。失礼いたしました。

●佐藤専門委員 幾つか出てきたのですが、例えば9ページの真ん中あたりのプルトニウム、16行目ぐらいからロシアのマヤクにあるプルトニウム施設で被ばくし、体内負荷量が15.5 kBqに上ると推定されているという、この体内負荷量というのはホールボディカウンターか何かで計った放射線の量という、そういう理解でいいのですよね。

●右京評価専門官 こちらは、ATSDRの本文に書かれているところを事務局のほうで訳したものをそのまま載せているところでありまして、原著等に戻っての確認はまだちょっとできていない状況なので、また、それは確認させていただきたいと思います。

●遠山専門委員 もうそろそろ出なくてはいけないものですから、ATSDRのある意味で翻訳です。ですから、それをそのまま、また、その言葉のまま出すというのはやっぱり余り適切ではないと思うので、できるだけ先ほどから申し上げておりますように、リスクの実際の何々Sv相当の基準を決めるというところに焦点を絞り込めるような形で、ちょっとまとめ直すような方向でいかななくてはいけないのではないかなというふうに思います。特にかなり細かく何とかクエン酸とか、吸収率が何%とか出ていますが、それを山添先生に言うまでもないですが、生体内の消失半減期の問題とか、どこの臓器に吸収されやすいとかという、そういうことを調べるために基本的にはやっているわけですから、実際の生体影響に関して、もうちょっとわかりやすくして、余り細かなところまで場合によっては立ち入る必要はないと思うので、リスク評価につながるような形にしてとりまとめていくということよろしいでしょうか。

●山添座長 今、遠山先生から御指摘をいただきましたように、かなり正確を期すために割と忠実に書いていただいているのだと思います。これは、今日、多分、分担を決めていただけたと思いますので、その際に統一して、今、遠山先生がおっしゃいましたように、できるだけ共通した形でまとめられるようにひとつやっただこうと思います。

滝澤先生、お願いいたします。

●滝澤専門参考人 大変、エッセンスの文献をまとめていただいたと思います。ICRP もはっきり記載しておりますように、プルトニウムにつきましては消化管吸収は非常に低いということ、特に放出される酸化プルトニウムが主でありますから、これは大体 0.001%、それに対して硝酸型であれば 1 けた高く 0.01 というような形で、体内にごくわずかに吸収されるわけです。

ところで、私どもは核実験による環境中のフォールアウトが、食品を介して体内に取り込まれる線量を実際に算定していますが、かなり最近でも私たちの体内に寄与しています。その場合、考えられるのは ICRP も言っていますけれども、低濃度、濃度が低くなると案外、酸化型プルトニウムであっても吸収率が少し上向いてくるということです。長期の被ばく評価ではそういう点も考慮する必要があるかと思えます。それから、また、同時に子どもは大人と違ってプルトニウムの吸収率が低いといっても、子どもの場合は大人よりも感受性が高いので、そんなところに少しポイントを置きながらとりまとめていただけると、ありがたいと思います。

●山添座長 御指摘をありがとうございます。多分、そういう点も配慮しながらまとめていただけたらと思っております。

そのほか、先生方のほうでこの案につきまして御意見はございますでしょうか。

ここでは、プルトニウムとアメリシウムについて案をつくっていただいておりますが、先ほど右京さんからも説明がありましたように、キュリウムについては全く何もデータが現時点では集まらないということになります。現時点ではどうしようもないと思うのですが、そういう点も含めて、先生方のほうで少しお考えをとりまとめていただければというふうに思います。

今回の一応、案が出ましたプルトニウムとアメリシウムについて、佐藤先生、分担についてはまとめて考えていただけますでしょうか。

●佐藤専門委員 先ほどちょっと申し上げたように、アルファミッターという意味で、この 3 つの知見のとりまとめを先ほど申し上げた 4 人くらいで、もう少し見せていただければというふうに思いますが、それをどういうふうに核種別にするのか、あるいは分野別というのですかね、何かキネティクスと影響とかと分けてやるのか、その辺はちょっと相談させてください。

●山添座長 そういたしますと、今、佐藤先生にお願いいたしまして分担を決めていただくということで、次回に向けて少しブラッシュアップをしていただく。今日も議論がありましたように、高濃度の曝露についてのデータ等は今回の趣旨からは外れるということで、少しスリムにさせていただけるのではないかとこのように思っております。

それから、先生方のほうでこれまでに集められていない文献等、評価に適したものがまたございましたら、事務局のほうに御連絡をいただければというふうに思っております。

そのほか、先生方のほうで御意見がなければ、きょうの議事の 1 についてはこれで終

わりたいと思います。佐藤先生、よろしくお願い申し上げます。

それでは、一応、今回、担当の先生方の作業の締切といたしますが、これは目標ということで、申しわけございませんが、5月27日、金曜日を期限として事務局に送っていただければとお願い申し上げます。また、新しい論文等の情報の提供があれば、5月19日、木曜日を期限で事務局に提供していただければ幸いです。よろしくお願い申し上げます。

議論(2)、その他になっておりますが、何かございますでしょうか。

●前田評価調整官 特にございませませんが、次回は5月25日、水曜日、午前10時から第4回ワーキンググループといたしまして、β核種を担当される先生方を中心に、β核種に関する審議を行っていただくことを予定いたしておりますのでよろしくお願いいたします。

●山添座長 では、これで本日のワーキングの議事はすべて終了いたしました。

以上をもちまして、第3回放射性物質の食品健康影響評価に関するワーキンググループを閉会いたします。どうもありがとうございました。